UE1
(Biochimie)

Fiche de cours N°1

Acides aminés, peptides et protéines
(Partie n°1)

☛ Symboles utilisés :



Notions nouvelles au sein du cours

✪ **Notion** tombée **une fois** au concours

✪ ✪ **Notion** tombée **deux fois** au concours

✪ ✪ ✪ **Notion** tombée **trois fois** ou **plus** au concours

Introduction

I- STRUCTURE, SYNTHESE ET ROLES DES PROTEINES

Les **protéines** sont des molécules de grande taille (= **macromolécules**), au même titre que les **acides nucléiques** et les **polysaccharides**. Les protéines sont constituées d'unités monomériques : les **acides aminés.**

A- STRUCTURE GENERALE DES PROTEINES

=> On distingue 2 grands groupes de protéines :

❶ LES HOLOPROTEINES	❷ LES HETEROPROTEINES :
= Enchaînement d'**acides aminés uniquement.**	= Enchainement d'**acides aminés + groupement non protéique** de type **organique** (lipide, glucide), **minéral** ou **métallique.**

B- ROLES PRINCIPAUX DES PROTEINES

Les **protéines** sont des éléments essentiels à la **vie de la cellule :** elles se localisent partout dans la cellule (ubiquitaires) et jouent des rôles diverses et variés :

- **Biocatalyse** (*ex : les enzymes*)
- **Communication** (*ex : insuline, hormones de croissance, EPO*)
- **Transport** (pour éléments insolubles = cortisol) + rôle de l'hémoglobine dans le transport de l'O_2 dans le sang.
- **Structure et protection** (*ex : collagène, kératine*)
- **Motilité active** (*ex : actine et myosine*)
- **Immunité** (*ex : les immunoglobulines*)
- **Coagulation sanguine** (*ex : facteurs de coagulation*)

☞ **PAS DE ROLE ENERGETIQUE** (*sauf cas extrême*)

3- SYNTHESE DES PROTEINES

Les protéines sont assemblées à partir des **acides aminés** en fonction de l'information présente dans les **gènes.** Leur synthèse se fait en deux étapes :

- La **transcription** où la **séquence d'ADN** codant le gène associé à la protéine est transcrite en **ARN messager.**
- La **traduction** où l'ARN messager est traduit en protéine, au niveau des ribosomes en fonction du **code génétique.**

ADN —*Transcription*→ ARNm —*Traduction*→ Protéines —*Modifications post-traductionnelle*→ Protéine fonctionnelle

II- STRUCTURE, RÔLES ET ORIGINE DES ACIDES AMINES (= AA)

Dans le monde vivant, on peut retrouver **2 catégories** d'acides aminés :
- Les **AA constitutifs** des protéines : ils sont appelés **« acides aminés protéinogènes »** et sont au **nombre de 20.**
- Les **dérivés d'acides aminés :** ils se trouvent à **l'état libre** et jouent un **rôle métabolique** important.

A) STRUCTURE GENERALE D'UN ACIDE AMINE

Les acides aminés sont composés :
- d'un **carbone α** lié à la fois à une **fonction amine** (NH_2) et à une fonction **acide carboxylique** (COOH)
- d'une **chaîne latérale** qui **varie** d'un **acide aminé à l'autre** => noté R pour **radical**

REMARQUES
- Tous les acides aminés possèdent **au moins 1 C*(** = Carbone α) SAUF **la glycine** (car R = H)
- Tous les acides aminés sont de la **série L**

B) ROLES DES ACIDES AMINES (AA)

	ROLE DE STRUCTURE	ROLE METABOLIQUE	ROLE DE MEDIATEUR
EXEMPLES	➢ La **Sérine** => précurseur de **l'éthanolamine**, qui est un **composant des phospholipides** membranaires. ➢ La **Glycine** => précurseur de **l'hème** (partie non protéique de l'hémoglobine).	➢ L'**asparagine** et **glutamine** => **Transport de l'azote** dans le sang. ➢ Certains AA servent de **substrats au cycle de Krebs** (métabolisme énergétique).	➢ L'acide glutamique et l'acide aspartique => rôle excitateur dans la transmission de l'influx nerveux. ➢ La **Glycine** et le **GABA** => **rôle inhibiteur** dans la transmission de l'influx nerveux. ➢ **Amines biogènes** (issus de la décarboxylation des AA) => **rôle de neuromédiateur.**

C) ORIGINE DES ACIDES AMINES (AA)

CHEZ LA BACTERIE	CHEZ L'HOMME
La synthèse d'AA débute par la formation d'ammoniac et la fixation d'azote.	**PAS de fixation d'azote** => le mécanisme de synthèse est plus complexe : utilisation de certains AA apportés par l'alimentation (=AA indispensables) pour synthétiser d'autres AA.

Les acides aminés

I- CLASSIFICATION DES ACIDES AMINES

Les acides aminés peuvent être classés selon 3 **critères** :
- La **structure du radical,** c'est-à-dire selon la nature chimique du groupement R ;
- La **polarité** de la **chaine latérale:** Le caractère polaire de la chaîne latérale d'un acide aminé conditionne **l'hydrophilie** et détermine la **conformation** des chaînes polypeptidiques **en milieu aqueux✪** ;
- Le **caractère essentiel** des acides aminés: Certains AA ne peuvent être synthétisés par l'homme : Ils sont dits **essentiels.**

A) CLASSIFICATION SELON LA STRUCTURE DU RADICAL

1- Les acides amines Aliphatiques✪

= composés carbonés **acycliques** ou **cycliques**, saturés ou insaturés
exclusion des **composés aromatiques**

	Formule chimique	Structure	Rôle biologique	Charge globale de l'AA (pH 7)
❶ GLYCINE (GLY)	$^{+}H_3N—C(COO^-)(H)—H$	➢ **Pas de C*** ➢ Chaîne latérale **non-ramifiée** ➢ Le **plus petit** des AA	➢ Précurseur de l'**hème** ➢ Compose les **acides biliaires** ➢ Facilite le **repliement des protéines** (pas d'encombrement stérique) ➢ **Inhibe** la **transmission** de l'**influx nerveux.**	nulle (=AA neutre)
❷ ALANINE (ALA)	$^{+}H_3N—C(COO^-)(CH_3)—H$	➢ 1 C* ➢ Chaîne latérale **non-ramifiée✪** et **peu encombrante✪**	➢ Précurseur de la **Sérine** ➢ Précurseur de la **Cystéine** ➢ Facilite le **repliement des protéines** car faible encombrement stérique.	nulle (=AA neutre)
❸ VALINE (VAL)	$^{+}H_3N—C(COO^-)(H)—CH(CH_3)_2$	➢ 1 C* ➢ Chaîne latérale à **3 C** ➢ **Chaîne latérale branchée** (ramifiée)	-	nulle (=AA neutre)
❹ LEUCINE (LEU)	$^{+}H_3N—C(COO^-)(H)—CH_2—CH(CH_3)_2$	➢ 1 C* ➢ Chaîne latérale à **4 C,** ➢ Chaîne **latérale branchée** (ramifiée)	-	nulle (=AA neutre)
❺ ISOLEUCINE (ILE)	$^{+}H_3N—C(COO^-)(H)—CH(CH_3)—CH_2—CH_3$	➢ **2 C*** ✪(dont **1 au niveau du R✪**) ➢ Chaîne latérale à **4 C** ➢ Chaîne latérale **branchée** (**ramifiée**)	➢ Participe à la **production d'énergie** pour les muscles ➢ Nécessaire à la **formation de l'hémoglobine** ✪ ➢ Participe à la **régulation de la glycémie**	nulle (=AA neutre)

☞ plus le nombre de carbones ↗ dans la chaine latérale, plus le caractère hydrophobe ↗ **: donc isoleucine + hydrophobe que la valine**

2- Les acides aminés aromatiques✪

= Possèdent un **cycle aromatique** dans le **radical** : le **Trp**, la **Phe** et la **Tyr** sont donc des **acides aminés cycliques** ✪

	Formule chimique	Structure	Role biologique	Charge globale de l'AA (pH 7)
❶ TRYPTOPHANE (TRP)	COO^-, ^+H_3N—C—H, H_2C, NH	➢ 1 C* ➢ Noyau **pyrrole** + noyau **benzène** = **INDOLE.** ➢ **AA très rare**✪ au sein des protéines ➢ AA **fluorescent** = absorbe **à 280nm (UV).** ✪	➢ Précurseur de la **sérotonine**	nulle (=AA neutre)
❷ PHENYLALANINE (PHE)	COO^-, ^+H_3N—C—H, CH_2	➢ 1 C* ➢ Cycle **benzène** = noyau PHENYLE. ➢ AA qui absorbe **à 260nm (= UV✪).**	➢ Précurseur de la **noradrénaline**✪ ➢ Précurseur de **l'adrénaline**✪ ➢ Précurseur de la **tyrosine**	nulle (=AA neutre)
❸ TYROSINE (TYR)	COO^-, ^+H_3N—C—H, CH_2, OH	➢ 1 C* ➢ Cycle **benzène** + OH en position para (C4) = noyau PHENOL ➢ AA qui absorbe **à 280nm**✪ **(= UV)** ➢ AA **Phosphorylable**✪	➢ Précurseur de la DOPA ➢ Précurseur de la mélanine ➢ Précurseur des **Hormones thyroïdiennes** ✪	nulle (=AA neutre)

3- Les acides aminés dicarboxyliques = AA acides

= possèdent deux **fonctions carboxyliques**✪ **(COOH)** et une **fonction amine**✪ **(NH_2)**

	Formule chimique	Structure	Role biologique	Charge globale de l'AA (pH 7)
❶ ACIDE ASPARTIQUE (= aspartate) (ASP)	COO^-, ^+H_3N—C—H, CH_2, COO^-	➢ 1 C* ➢ **Le plus acide**✪ des AA ➢ Chaîne latérale à **2 C**	➢ Précurseur des **bases pyrimidiques**✪✪ (ADN+ARN) ➢ Constitue des points d'attache de certaines **protéines à la membrane cellulaire** (via des ancres glypiées). ➢ C'est un intermédiaire du **cycle de l'urée.**	**négative**✪ (=AA acide)
❷ ACIDE GLUTAMIQUE (= glutamate) (GLU)	COO^-, ^+H_3N—C—H, CH_2, CH_2, COO^- **= Acide-γ-carboxylique**	➢ 1 C* ➢ Moins acide **que l'A. aspartique.** ➢ Chaîne latérale à **3 C**	➢ Précurseur du **GABA**✪✪✪ ➢ AA le **plus présent** dans les protéines.	**négative**✪ (=AA acide)

4- LES 2 ACIDES AMINES AMIDES

= dérivent de **l'aspartate** et du **glutamate par amidification**✪ = substitution du OH par une fonction NH_2 au niveau de la fonction R-COOH des acides aspartique et glutamique

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (PH 7)
❶ ASPARAGINE (ASN)	COO^- / $^+H_3N—C—H$ / CH_2 / $C(=O)NH_2$	➢ 1 C*	➢ Site de **N-glycosylation** ✪ ➢ Dérive de l'acide aspartique par amidification✪ ➢ Transport de **l'azote**✪ **dans le sang**	nulle (=AA **neutre**✪)
❷ GLUTAMINE (GLN)	COO^- / $^+H_3N—C—H$ / CH_2 / CH_2 / $C(=O)NH_2$	➢ 1 C*	➢ Dérive de l'acide glutamique par amidification ➢ Transport de **l'azote** dans le sang.	nulle (=AA neutre)

5- LES ACIDES AMINES DIBASIQUES

= Possèdent deux **fonctions basiques** et une **fonction carboxylique** (COOH)

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (PH 7)
❶ LYSINE (LYS)	COO^- / $^+H_3N—C—H$ / CH_2 / CH_2 / CH_2 / CH_2 / NH_3^+	➢ 1 C*	➢ AA pouvant subir 3 modifications post-traductionnelles : **acétylation, méthylation, ubiquitinylation**✪ ➢ Peut fixer des coenzymes (biotine)	positive (=AA basique)
❷ ARGININE (ARG)	COO^- / $^+H_3N—C—H$ / CH_2 / CH_2 / CH_2 / NH / $^+H_2N═C—NH_2$ ✪	➢ 1 C* ➢ Un noyau **guanidium très basique** = radical **le plus polaire** et hydrophile.	➢ Précurseur du **monoxyde d'azote** (grâce à la NO-synthase) ➢ Si **hydrolyse**✪ → **urée** + **ornithine**✪	positive (=AA basique)
❸ HISTIDINE (HIS)	COO^- / $^+H_3N—C—H$ / CH_2 / imidazole (HN, NH^+)	➢ 1 C* ➢ Un noyau **imidazole**	➢ Retrouvé dans le **site actif d'enzymes**✪ ➢ Précurseur de **l'histamine**	positive (=AA basique)

6- Les acides amines alcools

= Possedent un groupement OH dans le radical => peut etre esterifie par ajout d'un groupement phosphate => AA Phosphorylable (-OH) ✪

	Formule chimique	Structure	Role biologique	Charge globale de l'AA (pH 7)
❶ SERINE (SER)	COO^- / $^+H_3N-C-H$ / CH_2 / OH	➢ 1 C* ➢ Alcool primaire ➢ **Phosphorylable**✪	➢ Site de **O-glycosylation** ➢ Synthétisée à partir de l'alanine	nulle (=AA neutre)
❷ THREONINE (THR)	COO^- / $^+H_3N-C-H$ / HO—CH / CH_3	➢ **2 C*** ➢ Alcool secondaire ➢ **Phosphorylable**✪	➢ Site de **O-glycosylation**	nulle (=AA neutre)

7- Les acides amines soufres

= Possedent un atome de soufre dans le radical

	Formule chimique	Structure	Role biologique	Charge globale de l'AA (pH 7)
❶ CYSTEINE (CYS)	COO^- / $^+H_3N-C-H$ / CH_2 / SH	➢ 1 C* ➢ Fonction thiol (-SH). ➢ Si oxydation : formation de **pont S-S** ✪	➢ Présent dans le **site actif d'enzymes**✪ ; ➢ Synthétisé à partir de **l'alanine** ; ➢ Présent dans le **glutathion** (cofacteur de la glutathion peroxydase).	nulle (=AA neutre)
❷ METHIONINE (MET)	COO^- / $^+H_3N-C-H$ / CH_2 / CH_2 / S / CH_3	➢ 1 C* ➢ Fonction thioether → pas de pont S-S	➢ Rôle dans l'initiation de la **synthèse** des protéines ; ➢ Donneur de **groupements méthyles** (CH_3)	nulle (=AA neutre)

8- La proline (= Iminoacide)

= Possede une fonction amine secondaire = IMINE

	Formule chimique	Structure	Role biologique	Charge globale de l'AA (pH 7)
PROLINE (PRO)	COO^- / HN—C—H / H_2C CH_2 / C H_2	➢ 1 C* ➢ présence **d'un noyau pyrrole**	➢ Empêche la **formation des hélices α**	nulle (=AA neutre)

AVIS AUX ETUDIANTS

Cette **fiche de cours** correspond à la **première partie du cours sur les protéines**. Afin de ne **pas dénaturer l'aspect transversal des QCM d'annales** sur les AA, ces derniers seront **distribués une fois que les notions abordées en cours seront suffisantes à leur résolution.**

Par ailleurs, un tableau récapitulatif reprenant l'**ensemble des caractéristiques** des **acides aminés** sera distribué une fois que toutes les propriétés physicochimiques des acides aminés (=>**polarité, caractère essentiel**) auront été abordées.

